

État de la qualité de l'eau du lac et de la rivière Kipawa



Par:
Christina Moreau



Société de préservation du lac Kipawa

Boîte Postale 1

Témiscamingue Québec J0Z 3R0

www.kipawalakepreservationsociety.ca

info@kipawalakepreservationsociety.ca

© 2016

Introduction

Le lac Kipawa est un grand lac oligotrophe localisé au sein du Bouclier canadien, au sud-ouest de la province de Québec. Les abords du lac sont peu peuplés et peu développés à l'exception de quelques endroits (Kipawa, Laniel, etc.). La majorité de la région reste donc sauvage, ce qui attire touristes et visiteurs en provenance du Québec, de l'Ontario et des États-Unis, pour chasser, pêcher, faire du canoé et du kayak ou participer à d'autres formes d'activités de plein air.

Plus de 25 espèces de poissons ont été identifiées au sein du lac Kipawa et ses affluents dont : l'omble de fontaine (*Salvelinus fontinalis*), la perchaude (*Perca flavescens*), la barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*), le Cisco de lac (*Coregonus artedi*), le grand corégone (*Coregonus clupeaformis*), la lotte (*Lota lota*), le meunier noir (*Catostomus commersoni*), le méné jaune (*Notemigonus crysoleucas*), l'achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*) et, le ventru rouge du nord (*Phoxinus eos*).

Le lac Kipawa est connu pour la bonne qualité de son eau qui est, par conséquent utilisée comme source d'eau potable par de nombreuses communautés avoisinantes (OBVT 204). Moreau (2005) démontre que la composition des phytoplanctons dans la passe d'Edward en 2004, est représentative d'un environnement vierge; synonyme d'une bonne qualité de l'eau et d'absence de pollution organique. Cependant, cette étude a été effectuée dans une partie isolée du lac où peu de chalets ont été construits. Dans les dernières années, une certaine pollution organique semble s'être développée dans des parties du lac plus densément peuplées. En effet, des fleurs d'eau, ou cyanobactéries (algues bleu-vert), ont pu être observées à proximité de Kipawa en 2012 et, de Laniel en 2013 (MDDELCC 2015). À cela s'ajoutent plusieurs plaintes concernant la détérioration de la qualité de l'eau dans certaines régions du lac (OBVT 2014).

Durant la période 2010/2011, le ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs du Québec a analysé des tissus de poissons, provenant du lac pour connaître la concentration de certains métaux (mercure, arsenic, sélénium, baryum, cadmium, chrome, cobalt, cuivre, fer, manganèse, molybdène, nickel, plomb, strontium, uranium, vanadium et zinc), de BPC (biphényles polychlorés), de PBDE (Polybromodiphényléther), de dioxines et de furanes dans ces derniers. Ces tests ont permis de montrer que le niveau de mercure était au-dessus du niveau acceptable (> 0,5 mg/kg) dans les populations de touladis et de dorés jaunes. Les autres métaux étaient, pour leur part, en concentration normale, à l'exception de l'arsenic au sein de la population de touladis par rapport au niveau présent dans

les populations provenant des régions de références. Les BPC, les PBDE, les dioxines et les furanes sont quant à eux en faible concentration dans les tissus de la population de touladis analysés (OBVT 2014).

Jusqu'à présent, peu d'information sur l'état de la qualité de l'eau du lac Kipawa ainsi que de ses affluents n'a été publiée. À notre connaissance, aucune analyse des niveaux de phosphate, de métaux et d'autres polluants n'a été effectuée dans le bassin versant. De plus, aucune donnée de base portant sur la qualité de l'eau n'existe pour la partie supérieure de la rivière Kipawa; allant du lac Sairs (anciennement Brennan) à la Chute-du-Pin-Rouge; alors qu'un plan de développement d'une mine est proposé pour l'exploitation des terres rares dans ce secteur. Étant donné que cette région est un lieu de reproduction important pour le doré jaune, le touladi, l'omble de fontaine, le grand brochet, la perchaude et d'autres espèces de poissons, nous pensons qu'il est essentiel qu'une analyse de la qualité de l'eau soit effectuée. Cette dernière devrait inclure les concentrations de métaux, mais aussi d'ions ainsi que d'autres paramètres permettant de déterminer la qualité de l'eau. Ces données permettront ainsi d'établir un cadre référence pour la qualité de l'eau de la région, cadre qui sera important dans l'éventualité où le plan de développement minier est mis en œuvre.

Méthodes

Le 16 août 2015, des échantillons d'eau ponctuels ont été recueillis à la surface d'un site situé aux abords de la partie supérieure de la rivière Kipawa (près du lac Sheffield : 46°48'27.78"N, 78°31'0.18"W; Figure 1 et 2). Les échantillons ont été placés dans une glacière contenant des blocs réfrigérants pour permettre leur transport jusqu'à North Bay, Ontario, et delà leur envoi au laboratoire dans les 24 à 48 heures suivant leur collecte. Les laboratoires Testmark, situés à Garson, Ontario, nous ont fourni une analyse des concentrations de métaux, d'ions, des polluants et d'autres paramètres permettant de déterminer la qualité de l'eau. Les laboratoires Becquerels, situés à Mississauga, Ontario, nous ont fourni pour leur part une analyse des niveaux de radiation alpha et bêta brut.

Les résultats des échantillons prélevés en août montrent un niveau élevé d'aluminium et de cuivre, ce qui a entraîné l'analyse des niveaux des métaux et du pH de trois nouveaux échantillons similaires fait le 4 octobre 2015. Dû au faible niveau d'eau et aux forts courants le long de la rivière, ces nouveaux échantillons n'ont pas pu être pris au même emplacement que les premiers. Ces derniers ont été pris à la Chute-du-Pin-Rouge (46°50'23.45"N, 78°36'45.70"W; Figure 2), quelques kilomètres en aval

de l'emplacement original. Les échantillons ont ensuite été acheminés à North Bay, Ontario, et envoyés aux laboratoires Testmark, situés à Garson, Ontario, dans les 24 à 48 heures après leur collecte.

En plus de la collecte de ces échantillons, la teneur en oxygène dissous et la température de l'eau ont été relevées aux mêmes emplacements où les échantillons d'eau ont été prélevés (rivière Kipawa 46°48'27.78"N, 78°31'0.18"W et Chute-du-Pin-Rouge 46°50'23.45"N, 78°36'45.70"W), ainsi qu'à d'autres emplacements proches de ces derniers: Long Narrows/passe Kitci (46°50'47.84"N, 78°39'18.35"W) et au lac Grindstone/Baie Mungo (46°47'54.03"N, 78°40'38.91"W). L'oxygène dissous et la température ont été mesurés à un intervalle d'un mètre à partir de la surface jusqu'à la profondeur maximale à l'aide d'un YSI portable, appareil de mesure de l'oxygène dissous et de la température.

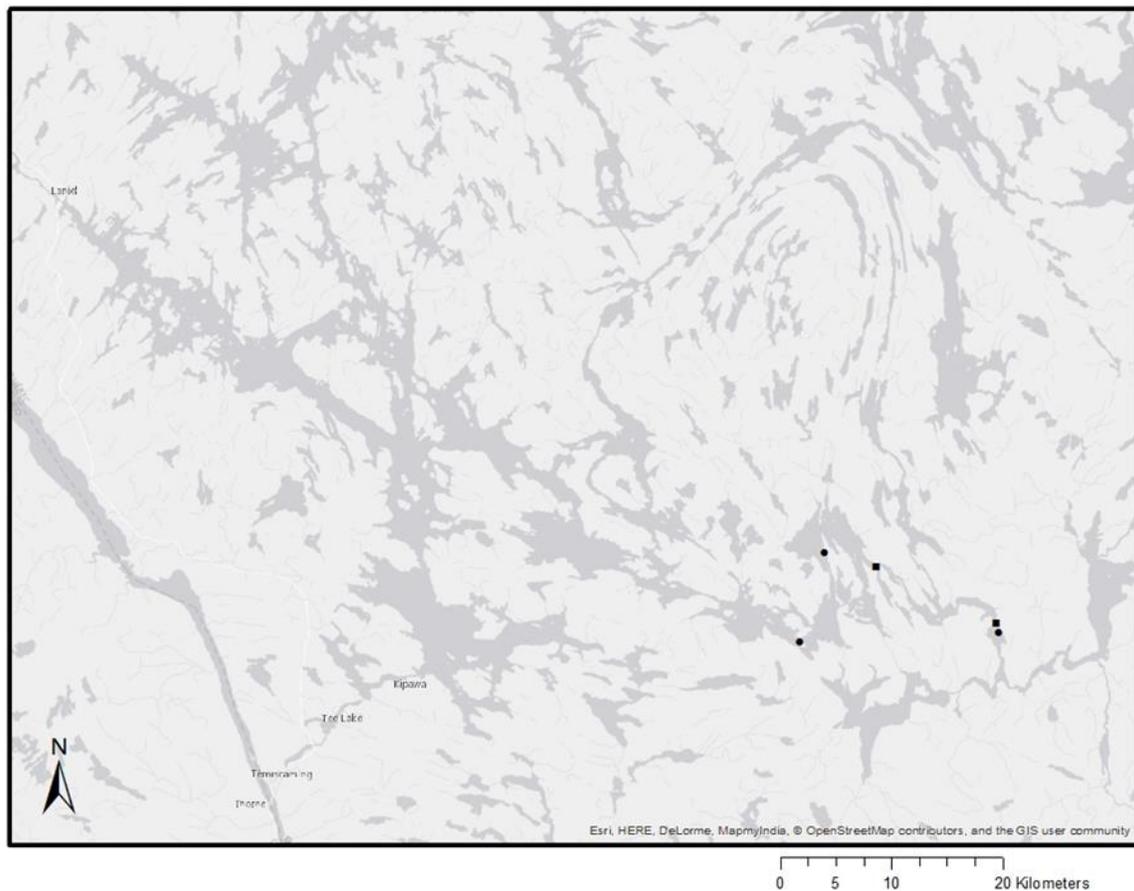


Figure 1. Carte du lac Kipawa, Québec. L'échantillonnage a pris place au Sud-Est du bra du lac (Grindstone and Long Narrows) ainsi que le long de la rivière Kipawa (Chute-du-Pin-Rouge et du Lac Sheffield). Les cercles indiquent les sites où les mesures d'oxygène dissous et de températures ont été effectuées alors que les carrés indiquent les

lieux où des mesures d'oxygène dissous et de températures ont été faites en plus des tests pour les métaux, le pH et les autres paramètres permettant de déterminer la qualité de l'eau.

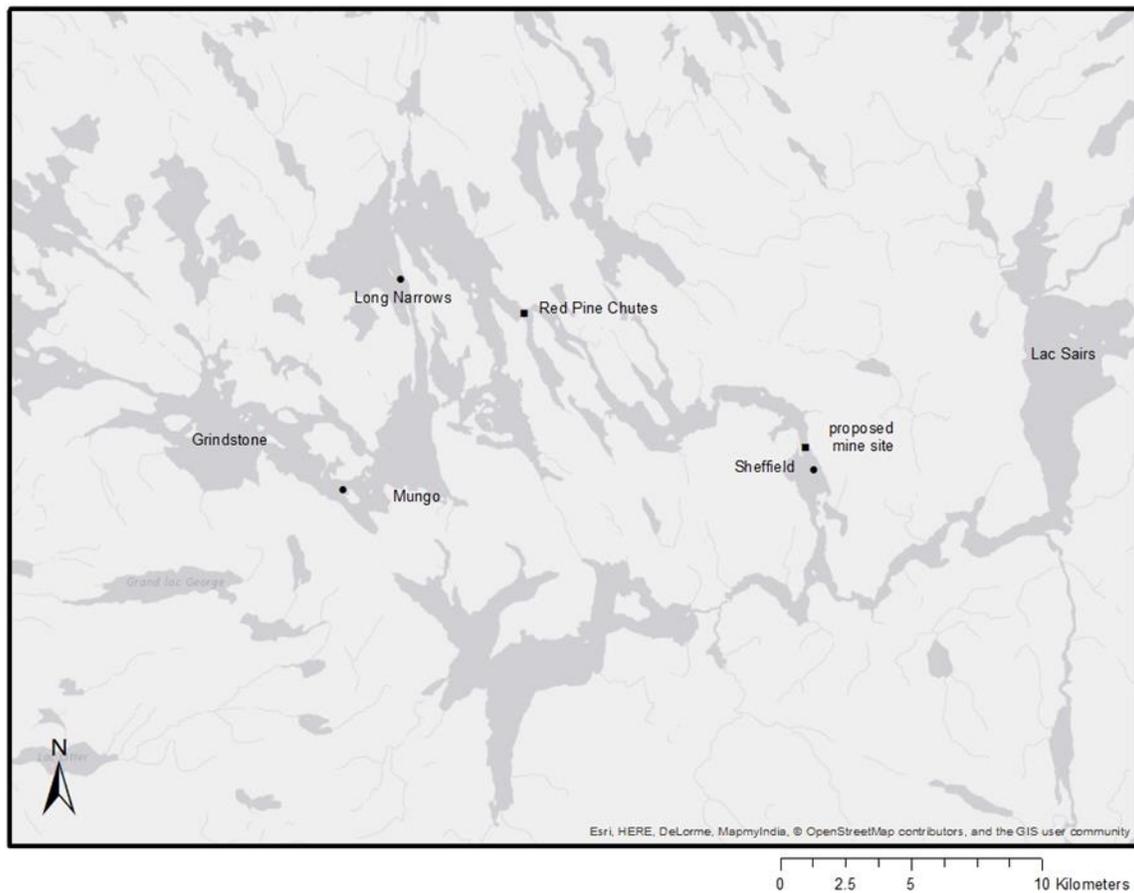


Figure 2. Carte du bassin versant du lac Kipawa avec une vue rapprochée des sites d'échantillonnage où les tests de qualité de l'eau ont été effectués en 2015. L'échantillonnage a pris place au Sud-Est du bras du lac (Grindstone et Long Narrows/passe Kitci) ainsi que le long de la rivière Kipawa (Chute-du-Pin-Rouge et du Lac Sheffield). Les cercles indiquent les sites où les mesures d'oxygène dissous et de températures ont été effectuées alors que les carrés indiquent les lieux où des mesures d'oxygène dissous et de températures ont été faites en plus des tests pour les métaux, le pH et les autres paramètres permettant de déterminer la qualité de l'eau.

Résultats

Oxygène dissous et température – Le 16 août 2015, les températures à la surface étaient assez chaudes (25°C) et il y avait des signes montrant une faible thermocline dans laquelle la température diminue légèrement avec la profondeur (Figure 3 et 4). Au site de prélèvement des échantillons de la rivière Kipawa, la teneur en oxygène dissous était d'environ 7 mg/L quelle que soit la profondeur. Cependant, au deuxième site d'échantillonnage (lac Sheffield) la concentration en oxygène était basse (5,3 – 5,7 mg/L)

de la surface jusqu'à une profondeur de 4 mètres, puis augmente légèrement (7,19 – 8,57 mg/L) pour redescendre significativement (4 mg/L) par la suite (Figure 3).

Le 4 octobre 2015, la température à la surface avait fortement diminué pour atteindre environ 15°C. La quantité d'oxygène dissous et la température étaient stables, quelle que soit la profondeur, au site de la Chute-du-Pin-Rouge et de Long Narrows/passe Kitci avec une déstratification chimique et thermique de la colonne d'eau. La température avoisinée constamment les 15°C et la teneur en oxygène dissous était assez élevée (8,5 – 10,2 mg/L) même en profondeur (Figure 5 et 6). D'un autre côté, au lac Grindstone (Baie Mungo) la température et la quantité d'oxygène dissous diminuent significativement avec la profondeur. De 12 à 14 mètres de profondeur, la quantité d'oxygène dissous diminue rapidement de 9,6 à 5,84 mg/L et continue cette diminution jusqu'à 5,69 mg/L pour une profondeur de 17 mètres (Figure 7).

Bien que des études antérieures (Nadeau et Trudeau 2012; Moreau 2016) ont relevé une concentration élevée en oxygène dans les profondeurs du lac Kipawa, nous avons pour notre part observé qu'à quelque endroit du lac la teneur en oxygène dissous était faible en profondeur. Cette dernière étant en dessous de la concentration idéale recommandée pour la protection de la vie aquatique. Au lac Sheffield le 6 août 2015, nous avons observé une concentration d'oxygène de 4 mg/L pour une température de 16°C (Figure 3) exposant le milieu comme étant hypoxique; ayant un faible taux d'oxygène dissous. Cette concentration est inférieure à la quantité minimum requise pour permettre la prolifération de poissons d'eau froide (6 mg/L) mais aussi d'eau chaude (5 mg/L; Tableau 1; Ontario Ministry of Environment and Energy 1994). De plus, le 4 octobre 2015 au lac Grindstone, une faible concentration d'oxygène (5,69 – 5,84 mg/L) a aussi été observée à une profondeur de 14 à 18 mètres et à une température de 12°C (Figure 7). Celle-ci est inférieure à la concentration minimale requise pour permettre la prolifération de poissons d'eau froide (6 mg/L) et proche de la concentration minimale requise pour la prolifération de poissons d'eau chaude (5 mg/L; Tableau 1; Ontario Ministry of Environment and Energy 1994). Il est cependant important de noter que la teneur en oxygène dissous varie de façon important sur une base saisonnière, mais aussi journalière. La concentration en oxygène de l'eau varie aussi selon le moment de la journée, car tous les organismes aquatiques consomment de l'oxygène alors que seulement les producteurs primaires; tel que les phytoplanctons et les plantes aquatiques; produisent de l'oxygène grâce à un processus de photosynthèse. De ce fait, la concentration d'oxygène est au plus bas à l'aube, puisque la respiration se fait en permanence alors que la photosynthèse ne peut se faire qu'en présence de soleil et donc, au cours de la journée. À cela s'ajoute la variation importante de la teneur en oxygène

dissous selon l'emplacement dans la colonne d'eau. Près de la surface, la concentration est généralement plus importante, en raison de l'action des vagues et du contact entre l'atmosphère et l'eau, entraînant un échange chimique. Ainsi, les premiers mètres sous la surface, où la lumière réussit à pénétrer, ont une teneur en oxygène dissous plus importante dû à la présence d'organismes photosynthétiques. À l'inverse, à partir d'une certaine profondeur l'absence de lumière ne permet pas l'existence de photosynthèse, et donc la production d'oxygène, alors que les organismes continuent de respirer, et donc de consommer de l'oxygène. De plus, les microbes qui sont trouvés dans les sédiments du fond consomment aussi de l'oxygène lorsqu'ils décomposent les matières organiques. L'apport important de matières organiques; tel que de la terre, des matières végétales, des eaux usées, des effluents industriels, etc.; à la capacité d'épuiser l'oxygène présent dans les milieux aquatiques. La teneur en oxygène dissous de l'eau dépend aussi fortement de la température en effet, plus l'eau se réchauffe plus sa capacité à contenir de l'oxygène diminue à l'inverse un réchauffement signifie une accélération du métabolisme des poissons et donc, une augmentation de leur besoin en oxygène.

Généralement, les poissons d'eau froide tels que les salmonidés (exemple : saumon et truite) nécessitent une eau possédant une plus grande teneur en oxygène dissous par rapport aux poissons d'eau chaude tel que les Centrarchidae (exemple: achigan à petite bouche, crapet arlequin et Pomoxie). Selon les objectifs provinciaux de qualité de l'eau de l'Ontario (Ontario PWQOs; Ontario Ministry of Environment and Energy 1994), la concentration en oxygène ne devrait pas être inférieure à la concentration spécifiée dans le Tableau 1. Quand celle-ci est naturellement en dessous des seuils relevés dans le Tableau 1, aucune matière pouvant épuiser la teneur en oxygène dissous de l'eau ne devrait être ajoutée. Ces valeurs sont bien sûr seulement des lignes directrices et la concentration en oxygène réellement exigée varie selon l'espèce de poissons et certaines, plus sensibles, nécessitent un taux d'oxygène plus élevé que celles recommandées. Le doré jaune, par exemple, a besoin d'un minimum d'environ 5 mg/L (Bozek et coll. 2011) d'oxygène et aura des comportements anormaux si celle-ci descend en dessous de 5,5 mg/L. Quand la concentration en oxygène est de 5,5 à 4 mg/L, le doré jaune passera furtivement dans des puits de lumière, ce qui est considéré comme anormale pour cette espèce de poisson, et de 4 à 2 mg/L il ne cherchera plus à éviter les sources de lumière (Scherer 1971). La barbotte brune quant à elle manifeste les effets négatifs d'un manque d'oxygène quand la concentration de ce dernier passe en dessous de 6,95-6,8 mg/L (Grigg 1969). L'omble de fontaine, comme de nombreux salmonidés, est très sensible à la concentration en oxygène de leur milieu. Si celle-ci est entre 9,06 et 4,56 mg/L, cette espèce de poisson peut avoir une teneur faible en oxygène dans son système sanguin ce qui l'amène à diminuer ses activités, ainsi que celle de son métabolisme ou sa vitesse de nage (Graham 1949). Le grand brochet quant à lui

peut tolérer un milieu ayant une concentration faible en oxygène contrairement à d'autres espèces cependant, il nécessite tout de même une eau ayant une teneur en oxygène dissous supérieur à 3,09-3,35 mg/L pour permettre une bonne éclosion, la survie et le développement normal de ses jeunes (Siefert et al 1973). En général, les jeunes poissons montrent une plus grande sensibilité à la faible teneur en oxygène dissous de leur milieu de développement. Le Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME) a indiqué que la concentration en oxygène minimale dans un système d'eau froide devrait être de 9,5 mg/L pour les premiers stades de vie et de 6,5 mg/L pour les autres stades de vie (CCME 1999).

Tableau 1. Concentration minimale recommandée en oxygène pour la préservation des poissons d'eau douce. La concentration minimale recommandée varie selon la température et le type de poisson. Le niveau de concentration est fourni pour les poissons d'eau froide et d'eau chaude bien que le besoin en oxygène varie selon l'espèce de poisson.

Température (°C)	Concentration en oxygène (mg/L)	
	Espèces de Poissons d'eau froide	Espèces de Poissons d'eau chaude
0	8	7
5	7	6
10	6	5
15	6	5
20	5	4
25	5	4

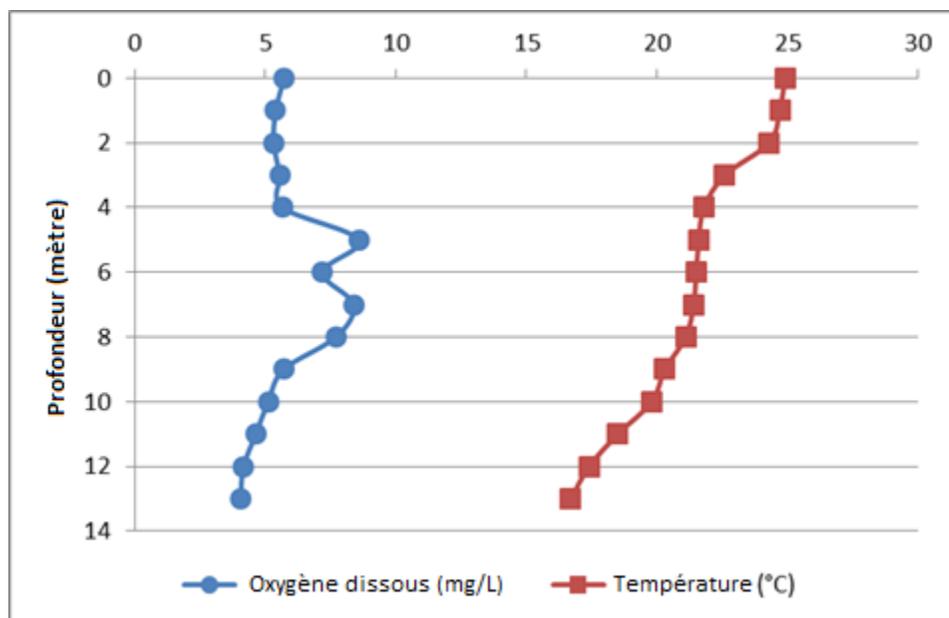


Figure 3. Concentrations en oxygène et températures selon la profondeur au Lac Sheffield (46°48'7.78"N, 78°30'58.75"W) mesurés le 16 août 2015 à 12h42.

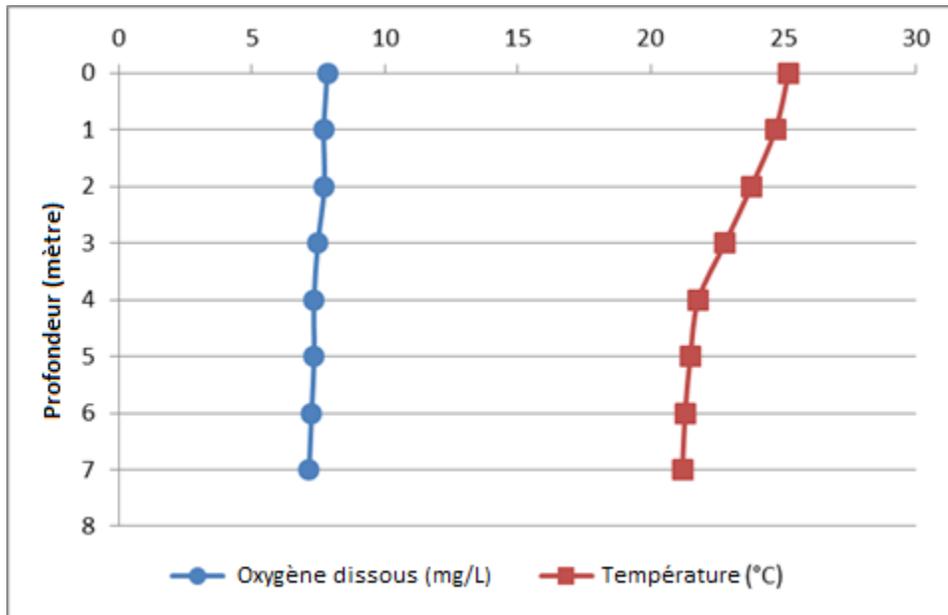


Figure 4. Concentrations en oxygène et températures selon la profondeur sur la rivière Kipawa près du Lac Sheffield (46°48'27.78"N, 78°31'0.18"W) mesurés le 16 août 2015 à 13h05.

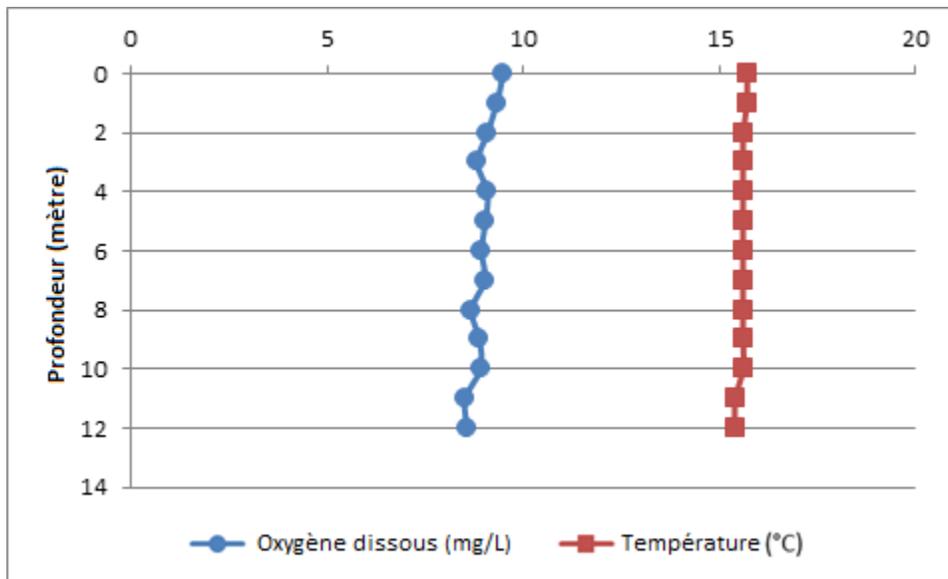


Figure 5. Concentrations en oxygène et températures selon la profondeur sur la rivière Kipawa à la Chute-du-Pin-Rouge (46°50'23.45"N, 78°36'45.70"W), mesurés le 4 octobre 2015 à 11h.

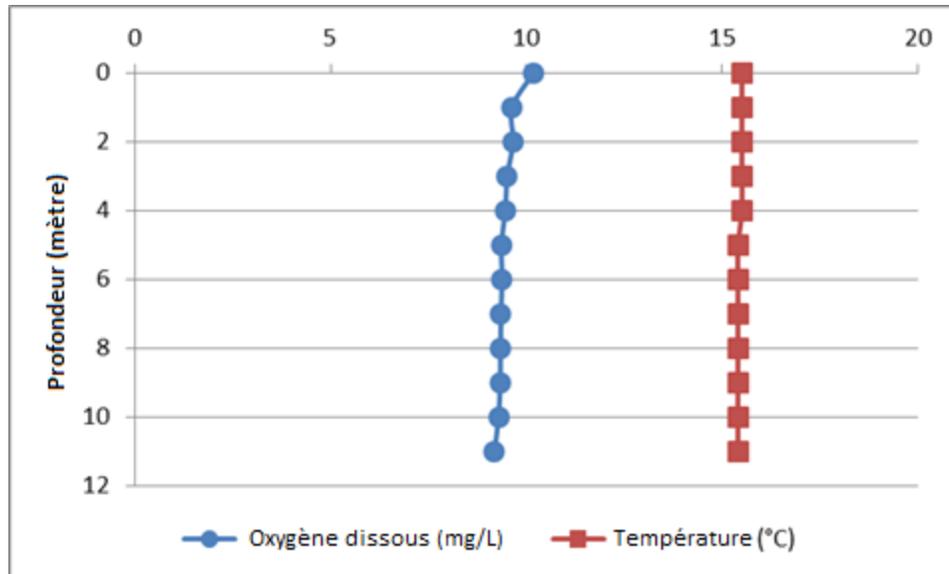


Figure 6. Concentrations en oxygène et températures selon la profondeur à Long Narrows (passe Kitci), Lac Kipawa (46°50'47.84"N, 78°39'18.35"W) mesurés le 4 octobre 2015 à 11h28.

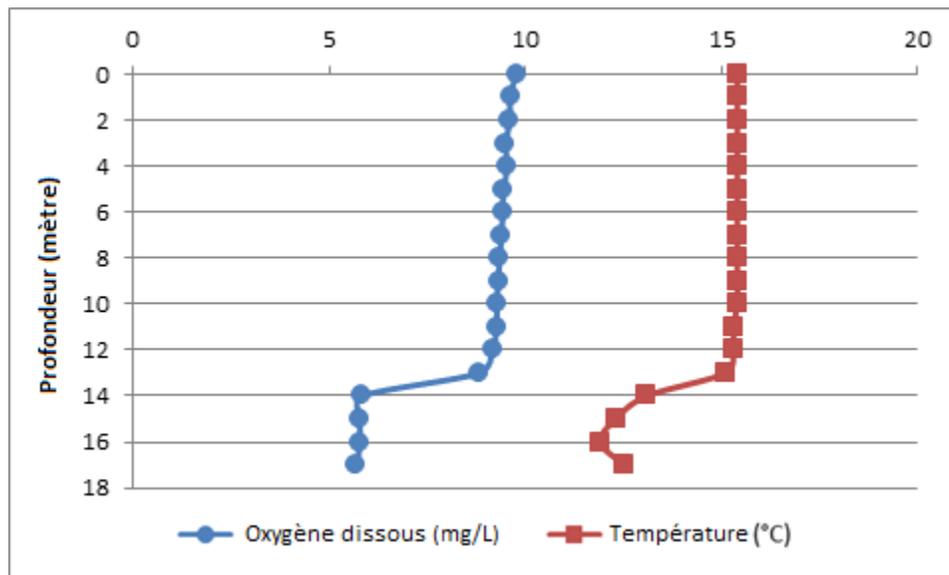


Figure 7. Concentrations en oxygène et températures selon la profondeur au lac Grindstone (Baie Mungo), Lac Kipawa (46°47'54.03"N, 78°40'38.91"W) mesurés le 4 octobre 2015 à 11h28.

Qualité de l'eau – Plusieurs paramètres analysés ne sont pas inclus dans les lignes directrices fournies. De plus, quelques analyses ont été faites à l'aide de méthode d'analyse ne permettant pas la détection de valeurs supérieures aux lignes directrices (c'est-à-dire que la Limite de la Détection de la Méthode, ou

LDM, était inférieure aux niveaux autorisés). Référez-vous au Tableau 2 et 3 pour connaître les valeurs observées des différents paramètres ainsi que les lignes directrices de la qualité de l'eau établies par les différentes institutions.

Alcalinité – Le PWQO de l'Ontario ne permet pas des activités qui pourraient réduire l'alcalinité de l'eau par plus de 25% de la concentration trouvée dans la nature. Les valeurs de l'alcalinité trouvées dans les échantillons sont de 8.6 mg/L CaCO₃ (Alcalinité M) et <1 mg/L CaCO₃ (Alcalinité P). Les critères pour la protection de la vie aquatique du Québec indiquent que ces données démontrent une éventuelle acidification importante du milieu (<10 mg/L CaCO₃; Gouvernement du Québec 2015).

Le niveau élevé d'alcalinité, et le risque élevé d'acidification qui lui est associé sont des préoccupations importantes particulièrement, dans un endroit où un plan minier est proposé. Le fait est que l'environnement dans lequel s'implanterait la mine est moins apte à pouvoir amortir des changements de pH et est plus sensible à l'acidification. Les niveaux de pH sont actuellement légèrement acides (6,18 – 6,48) dans la région et les lignes directrices permettent le déversement d'effluents ayant un pH aussi bas que 6 ce qui pourrait accentuer la baisse du pH de l'eau de l'ensemble de la région et lui retiré, par la même occasion, sa capacité à amortir les changements de pH provenant d'autres sources (eaux de ruissellement, pluies acides, drainage minier acide, etc.).

Ammoniac – La concentration en ammoniac observé (0,025 mg/L) était légèrement au-dessus de la limite préconisée par le PWQO de l'Ontario qui est de 0,02 mg/L cependant, la toxicité de l'ammoniac varie avec le pH et la température. Les valeurs exposées dans le Tableau 2 dans les colonnes exposant la ligne directrice du Québec (1,2 ; 24 et 48 mg/L pour la toxicité chronique, la toxicité aiguë et la concentration acceptée dans les effluents) sont spécifiques au pH (6,46) et à la température (25°C) des échantillons d'eau collectés et analysés et sont donc des recommandations plus appropriées dans notre cas. La teneur en ammoniac (0,025 mg/L) observé était bien en dessous des seuils spécifiques au pH et à la température enregistrés.

Plomb – Deux des échantillons analysés provenant de la Chute-du-Pin-Rouge excèdent la concentration pour la toxicité chronique du plomb. La concentration de plomb observée était de 0,19 µg/L alors que la recommandation pour la toxicité chronique du plomb est de 0,17 µg/L.

E. coli – La concentration en *E. coli* observée était de 2 CFU/ml ce qui excède la concentration permise pour l'eau potable par Santé Canada (0 CFU/ml) de ce fait l'eau devrait être traité pour permettre l'élimination des bactéries/*E. coli* avant toute consommation. Pour l'utilisation récréative, comme la

baignade, le PWQO de l'Ontario recommande que la présence d'*E. coli* ne dépasse pas 100 CFU/ml. Les recommandations du Québec pour les activités comportant un contact direct avec l'eau (comme la baignade) la concentration en coliformes fécaux doit être en dessous de 200 CFU/ml et moins de 1000 CFU/ml pour les activités ne comportant pas de contact direct (exemple: la pêche, faire du canoé, etc.). Il est important de souligner que les recommandations de Santé Canada et de l'Ontario spécifient le niveau d'*E. coli* alors que les recommandations du Québec ne comprennent que la concentration totale des coliformes fécaux. Récemment un changement dans les directives de surveillance des *E. coli* a été fait par Santé Canada et le Gouvernement ontarien, car il a été déterminé qu'*E. coli*, de toutes les espèces de coliformes fécaux est le meilleur indicateur d'une contamination fécale. Les concentrations d'*E. coli* dans l'eau du lac Sheffield étaient en deçà des recommandations faites pour les activités récréatives, l'eau du lac Sheffield est donc sans danger pour tout usage récréatif.

Turbidité – La turbidité observée excède le seuil établi par Santé Canada pour l'eau potable. Bien qu'il n'y ait pas de niveau maximal établi pour la protection de la vie aquatique ou de recommandations en ce qui a trait aux effluents, le PWQO de l'Ontario spécifie que des matières en suspensions ne devraient pas être ajoutées dans une concentration qui augmenterait la profondeur naturelle du disque de Secchi par plus de 10%. Les recommandations québécoises stipulent également qu'une augmentation de plus de 2 UTN de la turbidité au-dessus du niveau de référence peut donner lieu à une toxicité chronique, alors qu'un dépassement de 8 UTN au-dessus du niveau de référence peut donner lieu à une toxicité aiguë.

Phosphore (phosphate) – Bien qu'il n'y a pas de critères établis pour le phosphore et le phosphate pour la protection de la vie aquatique, un excès de phosphore dans les eaux de surfaces peut aboutir à une eutrophisation et une efflorescence algale. Une prolifération d'algues peut être dangereuse pour la faune aquatique surtout, si ces algues produisent des toxines, comme le font les algues bleu-vert, appelées aussi cyanobactéries. Ce type d'organisme se caractérise par la production de toxines qui affecte le foie et le système nerveux, ce qui les rend néfastes pour l'Homme, les animaux domestiques et tout organisme terrestre. Jusqu'à aujourd'hui, seulement deux cas de prolifération de cyanobactéries dans le bassin versant ont été reportés: le premier en 2012 près de Kipawa, et le second en 2013 près de Laniel. Il serait préconisé de continuer à surveiller la teneur en phosphate à travers le bassin versant, et plus spécialement dans les régions où la présence de chalet est importante, du fait qu'à ces endroits la pollution organique peut devenir un problème. Le gouvernement du Québec offre un *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)* qui surveille la teneur en phosphore et en chlorophylle des lacs ainsi que la profondeur de leur disque de Secchi – ces données permettant de connaître les risques d'eutrophisation et de prolifération

algale. De manière générale la concentration totale en phosphore ne doit pas dépasser 10 µg/L. La teneur en phosphate observé dans nos échantillons était assez basse 0,014 µg/L, alors que la concentration totale en phosphore était de 5 µg/L, ce qui représente un faible risque d'eutrophisation dans la zone où les prélèvements ont été faits.

Cadmium – Le niveau de toxicité chronique pour le cadmium est de 0,049 µg/L. Malheureusement, la méthode utilisée pour tester les échantillons n'était pas assez sensible pour déterminer si la concentration de ces derniers excédait les recommandations, car la LDM était de 0,1 µg/L. Cependant, les tests ont pu déterminer la teneur en cadmium, qui était inférieure à 0,1 µg/L, et donc en dessous du seuil de toxicité aiguë recommandé qui est de 0,21 µg/L. Dans le futur, une méthode plus sensible ayant une limite de détection inférieure à la toxicité chronique recommandée devrait être envisagée.

Cuivre – La concentration en cuivre observée dans le lac Sheffield était de 1,7 µg/L et dépassait donc le PWQO de l'Ontario ainsi que le seuil de concentration de toxicité chronique et aiguë déterminé le Québec. La toxicité du cuivre repose sur la dureté mesurée en mg/L du carbonate de calcium (CaCO₃). Le standard québécois (Tableau 3) présuppose une dureté de 10 mg/L CaCO₃. La toxicité du cuivre, comme d'autres types de métaux, dépend de la dureté réelle du métal. En ce qui concerne le cuivre, sa toxicité est inversement proportionnelle à sa dureté et au pH du milieu. Le cuivre, comme d'autres types de métaux, est plus toxique pour les poissons, et d'autres formes de vie aquatique, quand le milieu à un pH plus bas. À cela s'ajoute, le fait que plus le pH diminue plus les métaux présents dans les substrats rocheux et les sols, se dissolvent facilement dans l'eau, ce qui augmente leur concentration dans l'eau et, de ce fait, leur toxicité. La concentration en cuivre est une préoccupation dans la région où l'implantation d'une mine est proposée. L'exploitation minière engendre généralement le déversement de cuivre, et d'autres métaux dans l'environnement en plus d'avoir la capacité de diminuer le pH. Étant donné que les niveaux de pH sont déjà légèrement acides et que la teneur en cuivre dépasse déjà le seuil de toxicité, l'extraction minière dans la région à la capacité d'avoir un impact significatif sur la santé et la survie des organismes aquatiques régionaux.

Argent – La méthode pour tester la concentration d'argent avait une LDM de 0,1 µg/L et n'était donc pas assez sensible pour permettre de détecter un dépassement du seuil recommandé de la toxicité aiguë (0,039 µg/L) ou la concentration permît dans les effluents (0,077 µg/L). Dans le futur, une méthode plus sensible ayant une limite de détection inférieure au seuil recommandé (0,039 µg/L) devrait être envisagée.

Aluminium – La concentration en aluminium dans le lac Sheffield, le 16 août 2015, était de 145 µg/L et donc plus élevée que le PWOQ d’Ontario (75 µg/L), ainsi que le seuil recommandé par le standard de qualité de l’eau du Québec pour la toxicité chronique en milieu aquatique (87 µg/L). La teneur en aluminium fut testée une seconde fois dans un échantillon prélevé le 4 octobre 2015, à la Chute-du-Pin-Rouge, la teneur était alors plus basse (60-63 µg/L) que dans le premier échantillon et en dessous du seuil de toxicité chronique et du PWOQ de l’Ontario. Nous n’avons pas trouvé d’autres tests de la concentration en métaux pour le lac et la rivière Kipawa. Blanchette (2013) a fait des tests pour le lac Tee et a rapporté une concentration en aluminium d’environ 27-37 µg/L dans les eaux de surfaces – valeurs bien en deçà de celles trouvées dans notre étude. La cause de la teneur élevée en aluminium près du lac Sheffield est inconnue et peut être le résultat de la structure géologique naturelle de la région. Cependant, les métaux tels que l’aluminium ont la capacité de se dissoudre, à partir des sols et des substrats rocheux, dans les eaux de surfaces. L’aluminium et les autres métaux sont aussi régulièrement déversés lors de l’exploitation minière à ciel ouvert.

pH – Le pH dans la région varie de 6,18 à 6,45 ce qui est en dessous de l’intervalle recommandé pour les eaux de surfaces et la protection de la faune aquatique (6,5 à 9). Le pH du lac Sheffield et de la région de la Chute-du-Pin-Rouge semble plus faible que le pH observé dans le lac Tee (6,75 à 6,84 ; Blanchette et coll. 2013). Comme exposé plus haut, un pH bas est une préoccupation et plus particulièrement dans une région où un plan d’aménagement d’une mine est proposé du fait que l’exploitation minière peut potentiellement réduire encore le pH alors que ce dernier est déjà en deçà de l’intervalle optimum.

Tableau 2. Concentration en ions et polluants ainsi que d'autres paramètres permettant de déterminer la qualité de l'eau se trouvant dans l'échantillon d'eau collecté le 16 août 2015 à 13h30 dans la partie supérieure de la rivière Kipawa près du Lac Sheffield (46°48'27.78"N, 78°31'0.18"W). L'échantillon est un échantillon ponctuel prélevé à la surface de l'eau. Il a été acheminé aux laboratoires Testmark, situé à Garson, Ontario, pour analyse dans les 48 heures après sa collecte. La LDM (Limite de la Détection de la Méthode) indique la concentration la plus petite pouvant être détectée à l'aide la méthode utilisée. Les concentrations maximales acceptables (CMA) pour l'eau potable de Santé Canada (2014), les objectifs provinciaux de qualité de l'eau de l'Ontario (Ontario PWQOs; Ontario Ministry of Environment and Energy 1994) ainsi que les critères pour la protection de la vie aquatique du Québec (Gouvernement du Québec 2015) sont fournis pour permettre une comparaison. Les lignes directrices du Québec comprennent les limites environnementales de rejet pour certains contaminants et les critères de qualité relatifs à la toxicité globale aiguë et chronique des effluents. Les paramètres non pris en compte dans les lignes directrices établies sont indiqués en gras.

Paramètre	Unité	LDM	Santé Canada: CMA pour l'eau potable	Ontario PWQO	Protection de la vie aquatique du Québec			Lac Sheffield 16 août 2015
					Toxicité chronique	Toxicité aiguë	Concentration accepté dans les effluents	
Silice reactive	mg/L	0,02	-	-	-	-	-	3,62
Acidité	mg/L	1	-	-	-	-	-	9
Alcalinité M (pH 4,5)	mg/L CaCO3	1	-	Ne doit pas diminué de plus de 25% de la concentration naturelle	>20	-	-	8,6
Alcalinité P (pH 8,3)	mg/L CaCO3	1	-	Ne doit pas diminué de plus de 25% de la concentration naturelle	>20	-	-	<1
Ammoniac (comme N)	mg/L	0,01	-	0,02	1,2	24	48	0,025
Bromure	mg/L	0,01	-	-	-	-	-	<0,1
Chlorure	mg/L	0,2	-	-	230	860	1720	0,22
Fluorure	mg/L	0,1	1,5	-	0,2	4	8	<0,1
Nitrate (N)	mg/L	0,1	10	-	2,9	-	-	<0,1
Nitrite (N)	mg/L	0,03	1	-	0,02	0,06	-	<0,03
Sulfate	mg/L	1	-	-	500	500	-	2,65
DBO (5 jours)	mg/L	3	-	-	-	-	-	3,4 mg/L
DBO de la partie carbonée	mg/L	0,5	-	-	-	-	-	1,1
Demande chimique en oxygène	mg/L	5	-	-	-	-	-	30
Couleur apparente	TCU	2	-	-	-	-	-	51,3
Réel couleur	TCU	2	-	-	-	-	-	40,3
Conductivité	µS/cm	0,2	-	-	-	-	-	25
Chrome hexavalent	µg/L	1	0,05	1	11	16	32	<1
Cyanate	mg/L	0,3	-	-	-	-	-	<0,3
Carbone	mg/L	0,4	-	-	-	-	-	0,73
Carbone organique dissous	mg/L	0,4	-	-	-	-	-	7,15
Orthophosphate dissous	mg/L	0,005	-	-	-	-	-	<0,005

Phosphore total dissous	mg/L	0,004	-	-	-	-	-	<0,004
E. coli	CFU/100ml	2	0	<100	-	-	-	2
Cyanure libre	mg/L	0,001	0,2	0,005	0,005	0,022	0,044	0,0011
Acide nitrilotriacétique	mg/L	0,03	0,4	-	5	-	-	0,17
Huile et graisse	mg/L	1	-	Indétectable	Indétectable	-	-	<1
Phosphate	mg/L	0,002	-	-	-	-	-	0,014
Thiocyanate	mg/L	0,1	-	-	0,09	2,1	4,2	0,11
Sulfure (H ₂ S)	mg/L	0,02	-	0,002	3,6 x10 ⁻⁴	0,0032	0,0064	<0,02
Total des polyphénols	mg/L	0,001	-	0,005	0,45	3,4	6,8	<0,001
Tannins et lignines	mg/L	0,06	-	-	-	-	-	1,31
Matières dissoutes totalement	mg/L	30	-	-	-	-	-	<30
Azote total (Kjeldahl)	mg/L	0,2	-	-	-	-	-	0,23
Phosphore total	mg/L	0,002	-	<0,01-0,02	Augmentation maximum < 50% du référentiel; Maximum de 0,01 mg/L	-	-	0,0052
Totales des solides en suspension	mg/L	0,7	-	-	Augmentation maximum de <5mg/L au- dessus du référentiel	Augmentation maximum de <25mg/L au- dessus du référentiel	-	<0,7
Turbidité	UTN	0,1	<0,3	Les matières en suspension ne doivent pas être ajouté aux concentrations exposées plus haut car cela changera la profondeur selon le disque de Secchi par >10%	Augmentation maximum de 2 UTN au-dessus du référentiel	Augmentation maximum de 8 UTN au-dessus du référentiel	-	0,72
Solides volatiles en suspension	mg/L	0,7	-	-	-	-	-	2

“-“ Indique l’absence de données ou un manqué de lignes directrices établies.

Tableau 3. Concentration en métaux et pH des échantillons d'eau collectés le 16 août 2015 à 13h30 dans la partie supérieure de la rivière Kipawa près du Lac Sheffield (46°48'27.78"N, 78°31'0.18"W) et le 4 octobre 2015 vers 11h à la Chute-du-Pin-Rouge (46°50'23.45"N, 78°36'45.70"W). Les échantillons sont des échantillons ponctuels prélevés à la surface de l'eau. Il a été acheminé aux laboratoires Testmark, situé à Garson, Ontario, pour analyse dans les 48 heures après sa collecte. La LDM (Limite de la Détection de la Méthode) indique la concentration la plus petite pouvant être détectée à l'aide la méthode utilisée. Les concentrations maximales acceptables (CMA) pour l'eau potable de Santé Canada (2014), les objectifs provinciaux de qualité de l'eau de l'Ontario (Ontario PWQOs; Ontario Ministry of Environment and Energy 1994) ainsi que les critères pour la protection de la vie aquatique du Québec (Gouvernement du Québec 2015) sont fournis pour permettre une comparaison. Les lignes directrices du Québec comprennent les limites environnementales de rejet pour certains contaminants et les critères de qualité relatifs à la toxicité globale aiguë et chronique des effluents. Les paramètres non pris en compte dans les lignes directrices établies sont indiqués en gras.

Paramètre	Unité	MDL	Santé Canada: CMA pour l'eau potable	Ontario PWQOs	Protection de la vie aquatique du Québec			Lac Sheffield	Chute-du-Pin-Rouge		
					Toxicité chronique	Toxicité aiguë	Concentration accepté dans les effluents		1	2	3
Fer (II)	mg/L	0,2	-	-	-	-	-	<0,2	0,22	<0,2	<0,2
Fer (III)	mg/L	0,2	-	-	-	-	-	<0,2	<0,2	0,26	0,25
Totale en fer	µg/L	20	-	300	1300	3400	6900	119	247	259	252
Fer	µg/L	20	-	300	1300	3400	6900	135	226	232	221
Aluminium	µg/L	1	-	75	87	750	1500	145	61	62,4	60,1
Antimoine	µg/L	0,5	6	20	240	1100	2300	0,64	<0,5	<0,5	<0,5
Arsenic	µg/L	1	10	5	150	340	680	<1	<1	<1	<1
Baryum	µg/L	1	1000	-	38	110	220	9	9,65	9,5	9,6
Béryllium	µg/L	0,5	-	11	0,0071	0,064	0,13	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Bismuth	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Bore	µg/L	2	5000	200	5000	28000	55000	5,9	4,35	4,1	3,6
Cadmium	µg/L	0,1	5	0,1	0,049	0,21	0,41	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Calcium	µg/L	50	-	-	-	-	-	1850	1900	1870	1920
Cérium	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Césium	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Chromium	µg/L	1	50	1 Cr (VI) 8,9 Cr (III)	11 Cr (VI) 13 Cr (III)	16 Cr (VI) 270 Cr (III)	32 Cr (VI) 550 Cr (III)	<1	<1	<1	<1
Cobalt	µg/L	0,1	-	0,9	100	370	740	<0,1	0,12	0,13	<0,1
Cuivre	µg/L	1	-	1	1,3	1,6	3,2	1,7	<1	<1	<1
Europium	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Gallium	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Lanthane	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Plomb	µg/L	0,1	10	1	0,17	4,4	8,7	0,14	0,16	0,19	0,19
Lithium	µg/L	5	-	-	440	910	1800	<5	<5	<5	<5
Magnésium	µg/L	4	-	-	-	-	-	433	565,5	567	560
Manganèse	µg/L	1	-	-	260	550	1100	24	83,3	83,6	78
Mercure	µg/L	0,1	1	0,2	0,91	1,6	3,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Molybdène	µg/L	1	-	40	3200	29000	58000	<0,5	<1	<1	<1
Nickel	µg/L	1	-	25	7,4	67	130	<1	<1	<1	<1
Niobium	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Phosphore	µg/L	50	-	-	-	-	-	-	<50	<50	<50
Potassium	µg/L	100	-	-	-	-	-	360	475	470	480
Rubidium	µg/L	1	-	-	-	-	-	1,2	1,4	1,4	1,4
Scandium	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Sélénium	µg/L	1	50	100	5	62	120	<1	<1	<1	<1
Silicium	µg/L	600	-	-	-	-	-	1370	1810	1780	1800
Argent	µg/L	0,1	-	0,1	0,1	0,039	0,077	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sodium	µg/L	100	-	-	-	-	-	820	910	920	930
Strontium	µg/L	1	-	-	21000	40000	81000	15,5	18,15	18	17,8
Soufre	µg/L	800	-	-	-	-	-	<800	1960	950	960
Tellure	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Thallium	µg/L	0,1	-	0,3	7,2	47	94	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Thorium	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Étain	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Titane	µg/L	1	-	-	-	-	-	1,6	<1	<1	<1
Tungstène	µg/L	1	-	30	-	-	-	1,9	<1	<1	<1
Uranium	µg/L	1	20	5	14	320	640	<1	<1	<1	<1
Vanadium	µg/L	1	-	6	12	110	220	<0,5	<1	<1	<1
Yttrium	µg/L	1	-	-	-	-	-	<1	<1	<1	<1
Zinc	µg/L	1	5000	20	17	17	34	1,9	1,9	1,9	3,9
Zirconium	µg/L	1	-	4	-	-	-	<1	<1	<1	<1
pH	pH	-	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 9	6,46	6,45	6,22	6,18

Note: Une concentration différente des lignes directrices québécoises en métaux (argent, baryum, béryllium, cadmium, chrome III, cuivre, manganèse, nickel, plomb et zinc) est admissible car celles-ci prennent en considération une dureté de 10 mg CaCO₃/L cependant la dureté est une variable à prendre en compte.

“-“ Indique l’absence de données ou un manqué de lignes directrices établies.

Radioactivité – Le niveau de rayonnement alpha et bêta brut observé au lac Sheffield était en dessous de la limite de détection (0,1 Bq/L). Santé Canada (2014) préconise que l’eau test le soit dans un premier temps pour l’activité alpha et bêta brut. Si leur niveau d’activité dépasse 0,5 Bq/L pour les rayonnements alpha brut et 1,0 Bq/L pour les bêta brut des analyses supplémentaires pour des radionucléides spécifiques (Césium-137, Iode-131, Plomb-210, Radium-226, Radon, Strontium-90, Tritium, Uranium, Thorium) devraient être faites. Dans notre cas aucun test additionnel n’a été requis puisque les niveaux d’activité alpha et bêta brut étaient en deçà des seuils recommandés. Il est important de relever que seulement des échantillons d’eau ont été testés. Aucun test n’a été fait pour connaître le niveau d’activité des radionucléides dans des échantillons de sols et de roches.

Tableau 4. Alpha brut et Bêta brut dans les échantillons d’eau collectés sur la rivière Kipawa (Lac Sheffield; 46°48’27.78”N, 78°31’0.18”W) le 16 août 2015 à 13h30. Les analyses ont été faites par les laboratoires Becquerel à Mississauga, Ontario.

Paramètre	Unité	Limite mesurable de détection	Rivière Kipawa – Lac Sheffield		
			1	2	3
Alpha brut	Bq/L	0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Bêta brut	Bq/L	0,10	<0,10	<0,10	<0,10

Préoccupations et recommandations

Préoccupations – Pour de nombreux polluants potentiels (Ammoniac, chlorure, fluorure, aluminium, arsenic, baryum, chrome hexavalent, cuivre, uranium, zinc, etc.) la concentration permît dans les effluents est bien au-dessus des niveaux entraînant une toxicité aiguë et chronique. De plus, il n’y a pas de lignes directrices officielles en ce qui concerne l’eau potable et la protection des milieux aquatiques pour de nombreux contaminants (exemple : Thorium, yttrium, Cérium, Césium, Europium, Gallium, Lanthane, Rubidium, etc.) qui pourraient être déversés durant les opérations minières, ou dans les effluents miniers. Les opérations minières peuvent déverser de nombreux contaminants incluant, mais non limités aux éléments suivant : l’Aluminium, l’Arsenic, le Cadmium, le cobalt, le cuivre, l’or, le fer, le plomb, le manganèse, l’argent, le zinc, le baryum, le béryllium, le Sulfure, le Fluor, l’amiante, etc. L’extraction de terres rares pose encore plus de danger, car les minéraux contenus dans les terres rares sont souvent liés avec du Thorium et de l’Uranium. De ce fait, l’exploitation des terres rares ajoute le risque

d'une émission de radionucléides dans l'environnement tels que des isotopes de Thorium et d'Uranium ainsi que des produits de la désintégration radioactive (Radon, Bismuth, etc.).

À l'exception de la concentration d'*E. coli* et de turbidité, aucun autre paramètre n'excède les critères pour l'eau potable de Santé Canada. L'excès d'*E. coli* et de turbidité peut facilement être éliminé à l'aide d'un simple traitement de l'eau. Cependant, de forte concentration d'Uranium, Thallium, Sélénium, nickel, molybdène, mercure, plomb, cuivre, cobalt, chrome (III et VI), Boron, arsenic, fluorure, etc. sont autorisés à être déversés dans les effluents industriels. Les concentrations permises pour les déversements est bien au-dessus des critères de qualité pour l'eau potable ce qui exigerait des méthodes de traitement de l'eau plus approfondies et coûteuses (exemple: par osmose inverse) pour pouvoir éliminer ces polluants de l'eau en aval de la mine et rendre cette dernière potable. En l'absence d'usines de traitement des eaux, il reviendrait aux propriétaires de s'équiper, et d'entretenir un système de traitement d'eau coûteux pour s'assurer d'un approvisionnement sûr en eau potable. Il est cependant peu probable que la majorité des propriétaires auront les moyens financiers d'installer un tel système de plus, cette responsabilité ne devrait pas retomber sur les épaules des propriétaires de la région alors qu'une entreprise tire profit de l'extraction d'une ressource régionale.

Le lieu d'implantation de la mine proposée ainsi que, le site de déversement de ses effluents est une frayère primaire pour l'ensemble du système lacustre de la région. Plusieurs espèces favorisées dans la pêche sportive et récréative ont déjà des difficultés pour se reproduire ou voient leur population déclinée (exemple: le touladi et doré jaune). Perdre cet important espace de reproduction serait préjudiciable pour la pêche récréative du lac Kipawa et aurait de ce fait des impacts économiques importants. De plus, il y aurait un impact non négligeable sur la qualité de l'eau de la région et par là sur la santé de l'ensemble des organismes du lac ainsi que sur la salubrité de l'eau utilisée par les communautés locales. Plusieurs chalets et résidences privées sont localisés à juste quelques kilomètres en aval de la zone d'exploitation proposée, ces derniers dépendent de l'eau du lac pour boire, se baigner, se laver, etc. À cela s'ajoute le fait que cette région accueille des touristes qui souhaitent pratiquer la chasse, la pêche, faire du canoé, du kayak et bien d'autres activités à vocation récréative. Cette même région est aussi un territoire traditionnel des Premières Nations Algonquines qui l'utilisent encore aujourd'hui pour la chasse, la pêche, le piégeage ainsi que pour d'autres activités culturelles et de subsistance. L'ouverture d'une exploitation minière dans la région aurait un impact négatif sur son milieu naturel, son

tourisme et la capacité des Algonquiens à utiliser le territoire pour leurs activités culturelles et de subsistances.

Recommandations – Les données collectées sur la qualité de l’eau ainsi que les préoccupations qui en résultent (pH bas, faible alcalinité, concentration élevée de certains métaux, teneur en oxygène dissous faible dans certaines régions) et l’importance de cette région pour la reproduction des espèces aquatiques, il paraît évident que ce milieu aquatique serait particulièrement sensible aux divers impacts d’une exploitation minière.

L’*American Fisheries Society* (institution respectée qui a pour fonction de renforcer la profession de pêcheur, d’avancer la science de la pêche et de protéger les ressources de la pêche) a récemment changé leur position sur l’exploitation minière et des énergies fossiles. Le rapport d’Hugues et coll. (2016) souligne plusieurs problèmes concernant les réglementations et politiques minières actuelles :

- Les substantiels dommages sur la structure et le fonctionnement de l’écosystème aquatique (incluant les impacts négatifs sur la qualité de l’eau, l’hydrologie, l’habitat, les organismes aquatiques et terrestres);
- l’impact néfaste des polluants relâché (même en petite quantité) par l’exploitation minière sur les poissons et les autres organismes des milieux aquatiques;
- les infractions des standards de qualité de l’eau par les exploitations minières actuelles;
- les réglementations laxistes qui souvent ne reflètent pas des pratiques de gestions exemplaires;
- le déchargement sur les contribuables des coûts de nettoyage des mines abandonnées (plus de 100 sites de mines abandonnées avec un coût de nettoyage de plus de 600 millions USD se trouvent Québec);
- les risques posés par une défaillance des digues de confinements des résidus produits par l’exploitation de ces ressources (perte de vie humaine, contamination des étendues d’eau et perte de poissons);
- des changements doivent être faits concernant les évaluations environnementales, les permis d’exploitation, la surveillance et les réglementations des mines.

En 2014, l’Organisme de Bassin Versant du Témiscamingue (OBVT) a publié le plan de gestion concerté du lac Kipawa. Le message clé du comité de concertation fut que :

« *Le lac Kipawa est un plan d'eau aux caractéristiques exceptionnelles qui devront être maintenues. Aucun développement sur le lac ne devrait affecter l'intégrité, la qualité et la préservation à long terme de ce plan d'eau. Des actions devraient être mises de l'avant pour mieux connaître et gérer adéquatement les problèmes actuels ou présagés.* » (p. 9).

Compte tenu des données présentées tout au long de cette étude concernant la qualité de l'eau, la sensibilité du système au changement de pH, de concentration en métaux, etc., la grande variété de polluants générés par l'exploitation minière, le manque de régulations et de lignes directrices pour la protection des écosystèmes, nous pensons que l'exploitation minière pose un risque non négligeable à l'intégrité, la qualité et la préservation à long terme du bassin versant de Kipawa et devrait par conséquent ne pas être autorisée.

Analyses futures – Continuer la surveillance de la qualité de l'eau est fortement recommander aux alentours du lieu éventuel où l'exploitation minière serait implantée mais aussi, dans l'ensemble du bassin versant. Et plus particulièrement la surveillance, autour du site d'implantation de la mine, des paramètres dépassant les seuils recommandés tels que la teneur en cuivre et en aluminium. Une surveillance des concentrations en métaux dans les autres parties du lac devrait aussi être mise en place pour pouvoir déterminer si la teneur élevée en métaux est un problème étendu ou simplement un cas isolé dans la partie supérieure de la rivière Kipawa. Les analyses futures devraient comprendre des méthodes plus appropriées pour certains paramètres, comme s'assurer que la LDM soit inférieure au seuil de toxicité aiguë et chronique pour que leur dépassement puisse être observé s'il y a lieu.

Un suivi régulier du rayonnement alpha et bêta brut devrait être mené pour s'assurer qu'aucun risque n'est posé par les radionucléides. Ce suivi est particulièrement important dans l'éventualité de l'implantation de l'exploitation minière.

Une surveillance des lieux plus peuplés tels que Kipawa (baie Jawbone), la baie Mungo, la Chute-du-Pin-Rouge, Laniel, etc. devrait être mise en place pour pouvoir mettre en évidence toute prolifération, actuelle ou future, de cyanobactéries. Les analyses les plus efficaces dans cette surveillance seraient le contrôle de la teneur totale en phosphate et en chlorophylle ainsi que de la profondeur du disque de Secchi. Le *Réseau de surveillance volontaire des lacs (RSVL)* serait un réseau approprié pour effectuer ce genre de surveillance.

Remerciements

Les analyses pour connaître la qualité de l'eau n'auraient pas été possibles sans les subventions reçues de *Indigenous Environmental Network (IEN)* et *Western Mining Action Network (WMAN) : Grassroots Communities Mining and Mini-Grant Program*. Nous voudrions aussi remercier Pavillon Kipawa d'avoir fourni le transport vers, et depuis les sites de collectes d'échantillons ainsi que le transport jusqu'à North Bay pour l'envoi des échantillons comme don en nature. Nous remercions les membres du comité et les bénévoles pour leur dévouement sans faille et leurs efforts continus pour préserver et protéger le bassin versant de Kipawa.

Références

Bozek, M.A., T.J. Haxton et J.K. Raabe. 2011. Walleye and Sauger habitat. Pages 133-198 *dans* B.A. Barton, editor. *Biology, management and culture of Walleye and Sauger*. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland.

Blanchette, D., E. Rosa, V. Cloutier. 2013. Compte rendu de la campagne d'échantillonnages des eaux souterraines et de surface au Lac Tee, Témiscamingue. Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue. Institut de recherche en mines et en environnement. Groupe de recherche sur l'eau souterraine. Amos, Quebec. <http://www.lactee.com/resources/sante/uquat.pdf>

CCME. 1999. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique – Oxygène dissous (eau douce). Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement. Conseil canadien des ministres de l'environnement. <http://cegg-rcqe.ccme.ca/download/fr/89>

Gouvernement du Québec. 2015. Critères de qualité de l'eau de surface. Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Gouvernement du Québec.

http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp

Graham, J.M. 1949. Some effects of temperature and oxygen pressure on the metabolism and activity of the speckled trout, *Salvelinus fontinalis*. *Canadian Journal of Research*, 27:270-288.

Grigg, G.C. 1969. The failure of oxygen transport in a fish at low levels of ambient oxygen. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 29:1253-1257.

Hughes, R.M., F. Amezcua, D.M. Chambers, W.M. Daniel, J.S. Franks, W. Franzin, D. MacDonald, E. Merriam, G. Neall, P.d.S. Pompeu, L. Reynolds, C.A. Woody. 2016. AFS position paper and policy on mining and fossil fuel extraction. *Fisheries*, 41(1): 12-15.

Irving, L., E.C. Black, et V. Stafford. 1941. The influence of temperature upon the combination of oxygen with the blood of trout. *The Biological Bulletin*, 80:1-17.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC). 2015. Liste des plans d'eau touchés par une fleur d'eau d'algues bleu-vert de 2004 à 2014. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/EAU/algues-bv/bilan/listedeslacs2004-2014.pdf>

Moreau, C.M. 2005. A survey of phytoplankton in Kipawa Lake, Quebec. Undergraduate thesis. Wilfrid Laurier University, Waterloo, Ontario.

Moreau, C.M. 2016. An assessment of catch-and-release mortality in a Northern population of Walleye *Sander vitreus*. Master's thesis. University of Florida, Gainesville, Florida.

Nadeau, D. and C. Trudeau. 2012. État de la situation des populations de touladi (*Salvelinus namaycush*) et de doré jaune (*Sander vitreus*) au réservoir Kipawa, de 1989 à 2011. Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune.

Ontario Ministry of Environment and Energy. 1994. Water Management Policies, Guidelines, Provincial Water Quality Objectives of the Ministry of Environment and Energy. Ministry of Environment and Energy. <https://www.ontario.ca/document/water-management-policies-guidelines-provincial-water-quality-objectives>

Organisme de bassin versant du Témiscamingue (OBVT). 2014. Plan de gestion concertée du lac Kipawa.

Santé Canada. 2014. Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada – Tableau sommaire. Bureau de la qualité de l'eau et de l'air, Direction générale de la santé environnementale et de la sécurité des consommateurs. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/pdf/pubs/water-eau/sum_guide-res_recom/sum_guide-res_recom-fra.pdf

Scherer, E. 1971. Effects of oxygen depletion and of carbon dioxide buildup on the photic behaviour of the walleye (*Stizostedion vitreum*). Journal of the Fisheries Board of Canada, 28: 1303-1307.

Siefert, R.E., W.A. Spoor, and R.F. Syrett. 1973. Effects of reduced oxygen concentrations on northern pike (*Esox lucius*) embryos and larvae. Journal of the Fisheries Board of Canada, 30:849-852.

US EPA. 2016. National Recommended Water Quality Criteria – Aquatic Life Criteria Table. United States Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/wqc/national-recommended-water-quality-criteria-aquatic-life-criteria-table>

Glossaire

Alcalinité – Capacité d'une solution aqueuse de pouvoir neutralisé un acide.

Alpha brut – Méthode utilisée pour détecter le rayonnement alpha global en Becquerel par litre (Bq/L). Le rayonnement alpha est une des énergies libérée lors de la désintégration radioactive.

Azote total (Kjeldahl) – Méthode permettant de déterminer le taux d'azote sous forme organique et le taux global d'ammoniac.

Bêta brut – Méthode utilisée pour détecter le rayonnement bêta global en Becquerel par litre (Bq/L). Le rayonnement bêta est une des énergies libérée lors de la désintégration radioactive, contrairement au rayonnement alpha, le rayonnement bêta peut pénétrer la peau ce qui le rend plus dangereux pour la santé.

Coliformes fécaux – Bactéries qui habitent généralement le système digestif des espèces animales et qui peuvent aboutir dans les cours d'eaux par contamination fécale.

Conductivité – Capacité d'un élément à conduire un courant électrique. En solution la conductivité est mesurée sous forme de concentration d'ions, généralement exprimé en micro-Siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Cyanobactérie – Parfois appelée algue bleu-vert, celle-ci n'est pas une algue mais un groupe de bactéries capable de faire de la photosynthèse et de fixer l'azote. Certaines espèces de cyanobactéries produisent des toxines qui affectent le foie et le système nerveux.

DBO – Demande Biochimique en Oxygène, quantité d'oxygène dissous requis par les microbes pour décomposer les matières organiques présente dans un échantillon d'eau.

DBO de la partie carbonée – Quantité de d'oxygène dissous consommé par les microbes (excluant les bactéries fixatrices d'azote). La DBO de la partie carbonée est souvent utilisée pour mesurer l'élimination des polluants issue des eaux usées.

DCO – Demande chimique en oxygène, méthode utilisé pour mesuré de façon indirect la quantité de composants organique dans l'eau.

Disque de Secchi – dispositif circulaire descendu dans l'eau pour permettre de mesuré la transparence de celle-ci ou la profondeur à laquelle la lumière ne pénètre plus.

Effluent – eau polluée déversée dans un cours d'eau naturel

Eutrophisation – apport excessif de nutriments, tel que le phosphore et le nitrogène, dans un système aquatique.

Frayère – Lieu de reproduction des différentes espèces aquatiques tels que les poissons et les batraciens.

Oligotrophe – Milieu aquatique faible en éléments nutritifs et qui a par conséquent une faible productivité primaire.

pH – Mesure de l'acidité ou de la basicité d'une substance. Le pH est mesuré sur une échelle logarithmique un pH de 7 étant neutre, >7 étant basique et <7 étant acide.

Phytoplanctons – algues flottantes; organismes microscopiques effectuant de la photosynthèse et habitant les premières strates de la colonne d'eau.

Pollution organique – Survient quand un excès de matière organique, tel que du fumier et des eaux usées, est déversé dans un milieu aquatique.

Prolifération algale – Augmentation soudaine de la concentration en algue dans un système aquatique résultant généralement d'un apport trop important en nutriment (eutrophisation).

Radionucléides – atomes instables qui possèdent un excès d'énergie et qui subiront une désintégration radioactive.

Stratification thermique – processus par lequel une étendue d'eau se divise en strates, selon la température et la densité des différents liquides ou fluides qui la composent. En été, les couches supérieures (épilimnion) seront les plus chaudes et les moins dense, une thermocline sera présente dans la région où la température baisse de façon rapide avec la profondeur. Les couches suivantes, qui sont les plus profondes (hypolimnion), contiennent une eau froide et dense. Quand les strates d'un lac sont mélangées la colonne d'eau est inhibée.

Toxicité aiguë – Toxicité, ou effets négatifs observé sur une courte période, ou avec seulement une exposition à des substances dangereuses.

Toxicité chronique – Toxicité, ou effets négatifs observé après une exposition longue à une faible quantité de substance dangereuse.

Turbidité – niveau de clarté ou teneur en matières en suspension d'un fluide, mesuré en UTN (Unité de Turbidité Néphélométrique)